AstroSomontano

¿HAY VIDA EN LOS SATÉLITES GALILEANOS DE JÚPITER?

Una pregunta concreta y una compleja respuesta. Ésta radica en tener claro qué tipo de vida buscamos y en qué entorno. Cosa que nos lleva a analizar conceptos elementales de ASTROBIOLOGÍA, comprender el entorno en el que buscamos – el sistema joviano de Galileo- y señalar las misiones espaciales enviadas: JUICE, de la ESA, y EUROPA CLIPPER, a punto de ser lanzada por la NASA

AstroSomontano

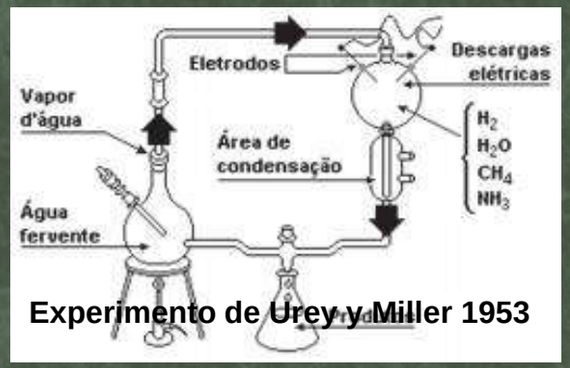
ASTROBIOLOGÍA

La Astrobiología es una disciplina científica relativamente joven que estudia el ORIGEN, EVOLUCIÓN y DISTRIBUCIÓN de la vida en el universo.
La cuestión que se plantea- ¿QUÉ ES LA VIDA?- no tiene una fácil respuesta. Ésta se apunta señalando las características generales de los seres vivos:

1- COMPLEJIDAD en su QUÍMICA y en su ORGANIZACIÓN INTERNA.
2- METABOLISMO.
3-ALMACENAJE y PROCESAMIENTO de INFORMACIÓN TRANSMITIDA a su DESCENDENCIA.
4- La VIDA se REPLICA con cierta DIVERSIDAD.
5-Esa DIVERSIDAD permite ADAPTACIONES a ENTORNOS VARIABLES y, consecuentemente, la EVOLUCIÓN

AstroSomontano

ASTROBIOLOGÍA



Experimento de Urey y Miller 1953

Lluvia de meteoritos en la Tierra proimitiva

Chimenea hidrotermal

Hoy se acepta:

-Que las moléculas orgánicas sencillas en la Tierra primitiva- con una atmósfera reductora rica en CH_4, H_2, CO_2 y N_2- reaccionaron por causa de la luz ultravioleta y los relámpagos y crearon moléculas orgánicas más complejas: aminoácidos, azúcares, grasas…

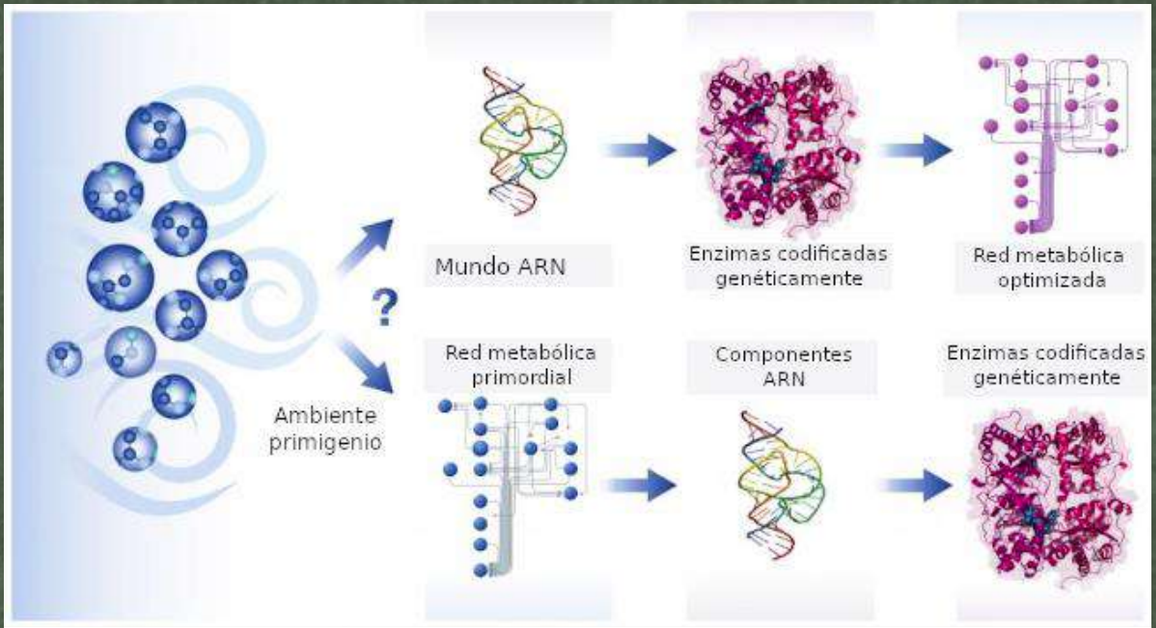
-Que un proceso similar se dio en las abundantes chimeneas hidrotermales en un mundo en formación muy volcánico.

- Que también hubo un aporte de moléculas orgánicas complejas en meteoritos.

-De esta manera se generó una rica química orgánica PREBIÓTICA.

AstroSomontano

ASTROBIOLOGÍA



Entre la química prebiótica y las primeras células hubo varias fases. Pero el orden de la secuencia no está del todo claro. Parece que la línea más aceptada es la segunda de la imagen. Primero fue el METABOLISMO y después la GENÉTICA. De algún modo, las PROTEINAS y la MEMBRANA se incorporaron durante el proceso.

En las dos teorías hay un momento en el que el ARN reina porque podía almacenar información genética y catalizar reacciones químicas metabólicas. Fue la época de los RIBOCITOS.

En un paso posterior, algunos ribocitos fueron capaces de crear PROTEÍNAS.

Y en una fase final, algunas de estas protocélulas de ARN y proteínas desarrollaron el ADN.

Y así llegamos a LUCA: nuestro Last Universal Common Ancestor. Un organismo unicelular que cumplía los 5 requisitos señalados para la vida. Se cree que vivió entre hace unos 3.900 y 3.600 Ma.

AstroSomontano

ASTROBIOLOGÍA

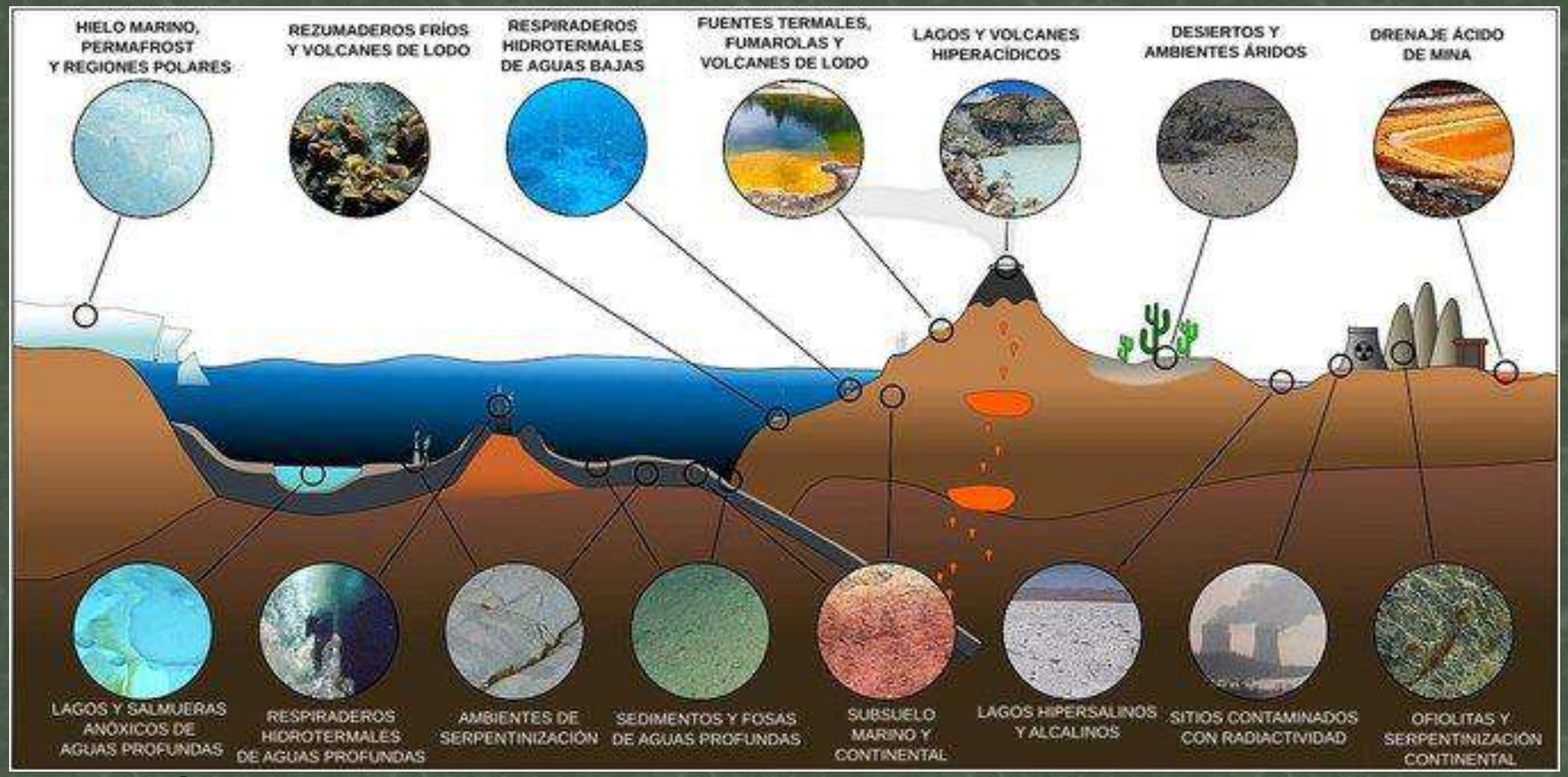
De LUCAs surgieron, hace unos 3.000 Ma, dos grandes ramas de seres vivos unicelulares: las *BACTERIAS y las ARCHEAS*. Ambas carecen de núcleo definido (PROCARIOTAS). Y no será hasta hace unos 2.000/1.500 Ma, cuando apareció el dominio filogenético EUCARIOTA: células con Núcleo definido que contienen su genoma y que poseen un complejo sistema de membranas internas y orgánulos especializados.

Alrededor de hace unos 1.000 Ma, cuando la atmósfera terrestre era muy similar a la actual, el universo unicelular Eucariota experimentó la vida pluricelular. Y de ahí surgieron los tres grandes grupos pluricelulares hoy existentes: Hongos, Vegetales y Animales.

Aunque suene extraño, la vida pluricelular sólo representa un 15% de las especies conocidas. Dicho de otro modo, desde su origen, nuestro planeta, ha estado dominado por Microorganismos

AstroSomontano

Vida extrema en la Tierra



- En glaciares y en el permafrost.

- En lagos con apenas oxígeno disuelto en sus aguas (ANÓXIA) o con aguas muy saladas (SALMUERAS).

- En aguas profundas con chimeneas hidrotermales .

- En fumarolas y volcanes.

-En zonas de alto contenido ácido.

-Hasta en áreas de alta radiación nuclear.

Vida extrema en la Tierra

AstroSomontano

-Este zoo de microorganismos terrestres EXTREMÓFILOS ha sido clasificado en :

Hipertermófilos: si conviven con temperaturas entre 70ºC/120ºC.
Criófilos: si lo hacen con temperaturas entre 5ºC/-30ºC.
Barófilos: si soportan presiones de hasta 400/1.200 atmósferas.
Radiotolerantes: aguantan una alta radiación.
Acidófilos: viven en aguas ácidas con ph entre 0-5.
Alcalófilos: si soportan aguas alcalinas de ph entre 9-12. La sangre humana se mueve en un ph entre 7,35/7,45.
Halofilos: su medio puede tener hasta 360gr de sal común (ClNa)/litro de agua.
Xerófilos: soportan la extrema aridez.
Osmófilos: viven en un medio de alta presión osmótica, como puede ser la de un altísimo contenido en azúcares.
Criptoendolíticos: se han encontrado microorganismo en el subsuelo hasta a 5000 metros de profundidad.
Oligótrofos: si sobreviven en medios sin apenas nutrientes.

AstroSomontano

AGUANTAN:

-Periodos de congelación de hasta 30 años.

Presiones cercanas a las 6.000 atmósferas.

Deshidratación extrema: reducen el agua de su cuerpo del 85% al 3% hasta 10 años.

Ser sumergidos en etanol o éter.

La pregunta que se plantea ante la evidencia de que en situaciones extremas terrestres, similares a la de algunos lugares de nuestro sistema solar, nos hemos topado con vida microbiana y seres tan resistentes como los Tardígrados es:

¿Podría ésta florecer en esos mundos?

Y esta cuestión ha llevado a la Astrobiología a plantear los conceptos de Condiciones de Habitabilidad y Biomarcadores.

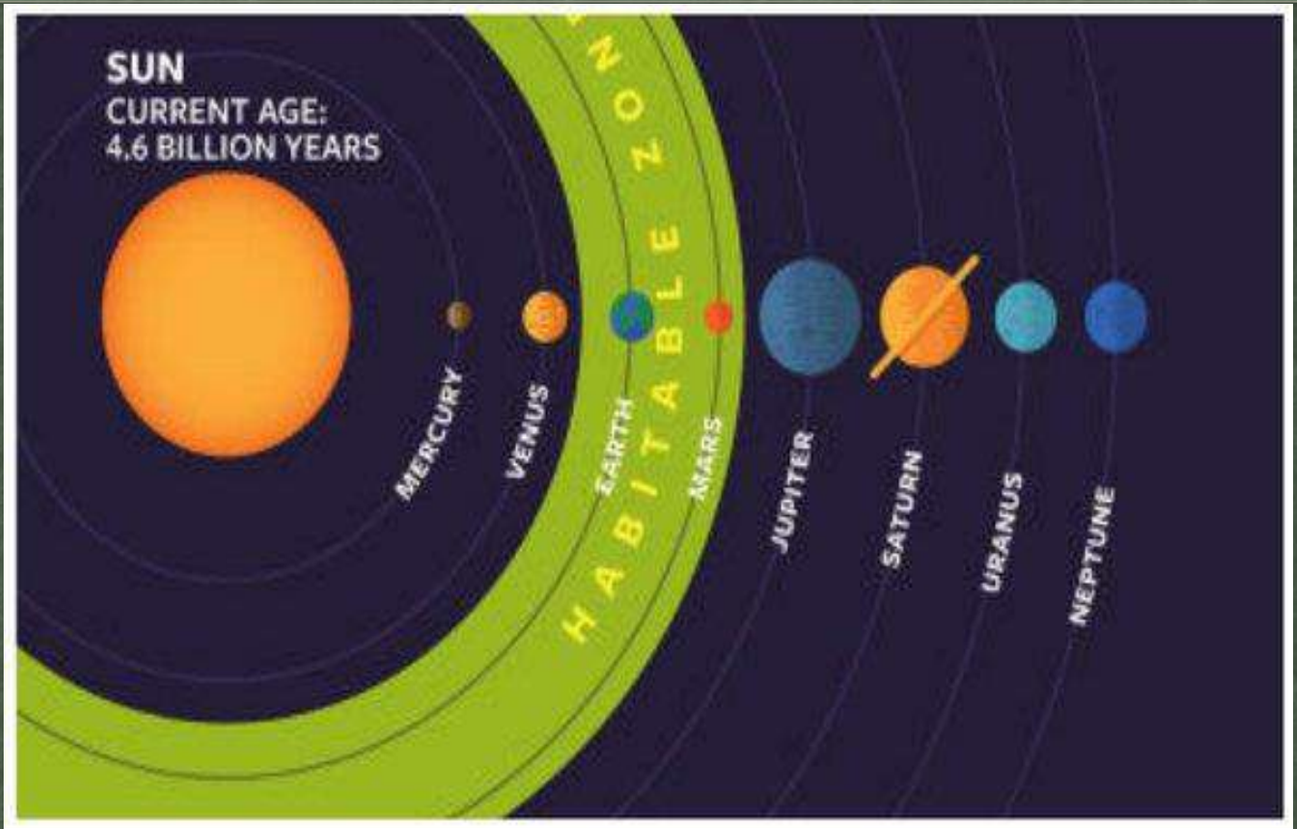
AstroSomontano

Habitabilidad

En Astrobiología, el término *zona de habitabilidad* (o Hability Zone, *HZ*) se refiere a la región en torno a una estrella en la que la radiación que llega a los planetas que la orbitan produce temperaturas compatibles con que haya agua líquida en su superficie, que en teoría podría servir como hábitat para seres vivos.

Que un planeta se halle en la HZ no significa que sea habitable, ni que esté habitado. Simplemente es un requisito.

Puede haber en un sistema estelar subzonas habitables independientes de la HZ.



Eso ocurre en el Sistema Solar, donde encontramos satélites en Júpiter, Saturno y, quizá, Neptuno, que poseen océanos subsuperficiales. El Campo Magnético y las Fuerzas de Marea de estos gigantes gaseosos producen a su alrededor ciertas zonas de habitabilidad.

Agua: primer requisito para la Habitabilidad

El agua está formada por moléculas simples, con propiedades asombrosas y es muy abundante.

Se ha pensado en otros disolventes pero no son tan abundantes ni versátiles

-La molécula de agua tiene polaridad y por eso disuelve muchas sustancias polares como biomoléculas de azúcar o la sal común.

-Se halla líquida, a una atmósfera, en un abanico de temperaturas: de 0ºC a 100ºC.

-En estado sólido es menos densa que en el líquido, por lo que el hielo flota sobre ella. A extremas temperaturas se hiela la capa externa que al flotar actúa como escudo térmico sobre el agua interior que sigue manteniendo la vida.

- las moléculas de agua se disocian lo suficiente en Cationes *H3O+* y Aniones *OH-* como para que reaccionen con sustancias ácidas (*$ClH + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl-$*) y con bases (*$NaOH \rightarrow Na^+ + OH-$*) que se disuelven en su seno.

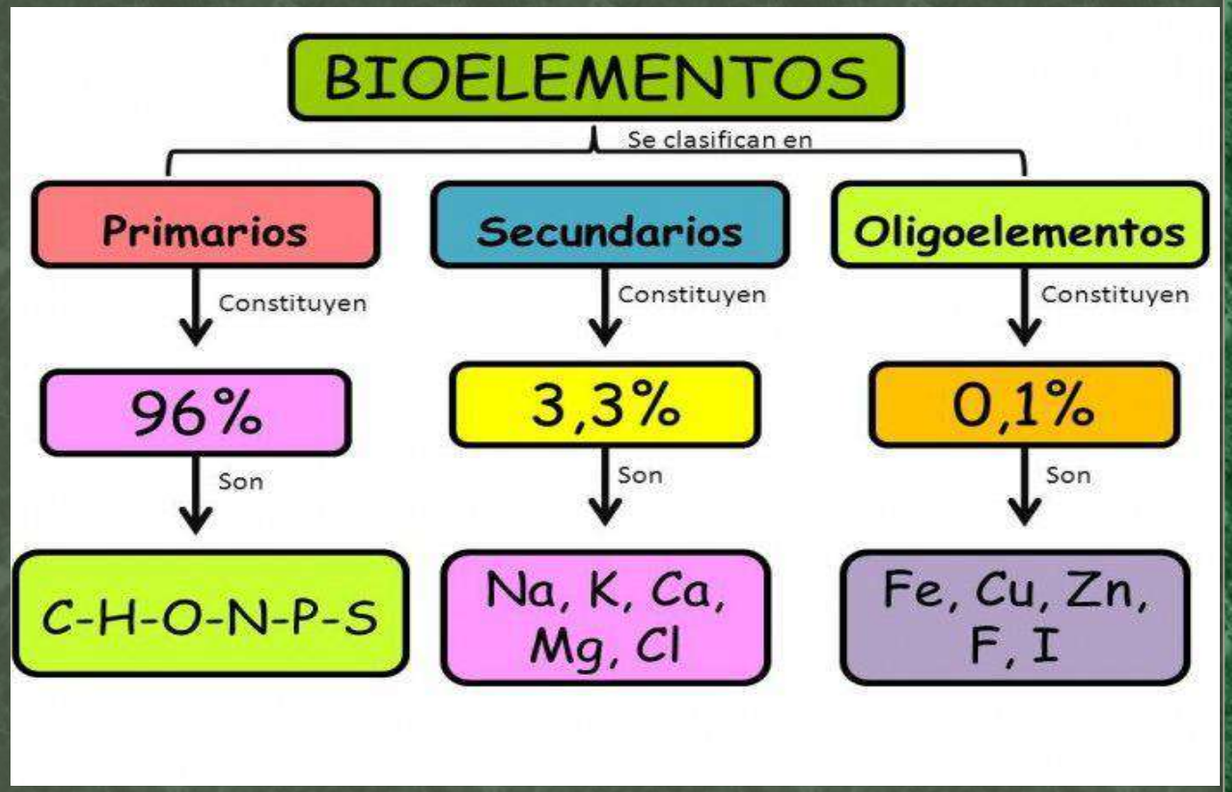
Otros requisitos para la Habitabilidad

AstroSomontano

El 96% de la materia viva terrestre está compuesta únicamente de 6 Bioelementos Primarios.

Son muy abundantes y reaccionan fácilmente entre ellos y con los otros bioelementos.

Entre todos, destaca el **Carbono**. De reactividad excepcional: se conocen más de 15 millones de compuestos de C orgánicos diferentes. Por lo que sus posibilidades aleatorias para generar un repertorio molecular prebiótico y su posterior evolución biológica son excepcionales.



En resumen, comprendemos la química de la vida terrestre y consideramos que, por su versatilidad, los Bioelementos CHONPS, el agua y una serie de moléculas orgánicas son los ladrillos de la vida.

Biomarcadores o Biofirmas

Un Biomarcador o Biofirma es una señal o proceso claramente detectable, cuantificable y cuyo origen es inequívocamente biológico.

EJEMPLOS:

-Seres vivos o sus restos.
-Recibir señales electromagnéticas de civilizaciones extraterrestres.
-Detectar minerales o compuestos moleculares que sólo pudieran ser producidos por el metabolismo de seres vivos.
- Moléculas orgánicas complejas de origen biológico.

AstroSomontano

En resumen, la búsqueda de la vida fuera de la Tierra, pasa por:

- detectar agua,
- encontrar elementos CHONPS y los otros Bioelementos,
-descubrir moléculas orgánicas sencillas
-y así hasta detectar biomarcadores.

Por tanto, debemos comenzar- y de hecho ya se ha hecho y se hace- explorando en nuestros planetas vecinos, en planetas enanos, en satélites, en cometas, en asteroides o en meteoritos.

Pero ahora nos centraremos en los satélites galileanos de Júpiter y en las sondas de exploración que en 2030 se espera lleguen a los mismos.

JÚPITER

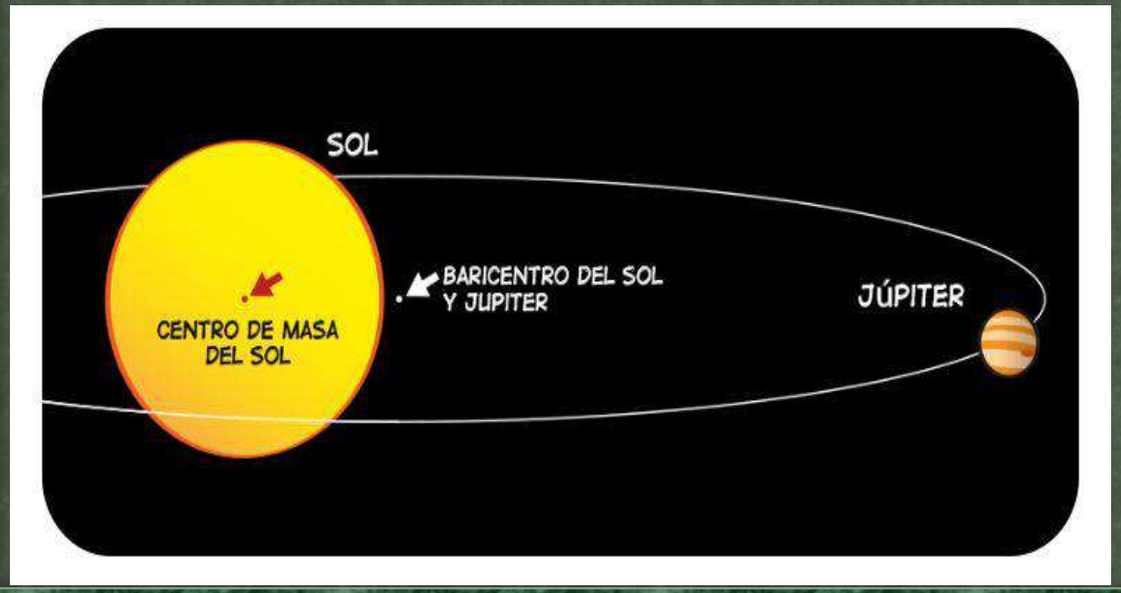
AstroSomontano

Su radio ecuatorial= 11 terrestres.
Su volumen = 1300 Tierras.

Orbita a 5,2 UA del Sol en 11,9 años.
-130ºC temperatura exterior.

Densa y profunda atmósfera: 89% H_2, 11% He y algo de Vapor H_2O, CH_4, NH_3, SH_2 y PH_3.

La Presión ↑ con la profundidad. El H_2 puede licuarse. Posible núcleo sólido a 35000º y millones de atmósferas de Fe y Silicatos



Visitado: *Pioneer 10 y 11, las Voyager 1 y 2* años 70; en 2000, la *Cassini*. La *New Horizons*, en 2007. Galileo, 1995/2003. Juno, desde 2016.

Masa: 320 veces más que la Tierra (2,5 veces más masivo que el resto de los planetas juntos. Tiene la milésima parte de la masa solar, suficiente para que el baricentro de ambas masas se sitúe fuera del radio solar y obligue al Sol a otro movimiento orbital sobre ese punto.

AstroSomontano

JÚPITER crea una Subzona de Habitabilidad en su entorno debido a :

1-Su inmensa Gravedad de 24,8 m/s^2 : arrastra Troyanos, escudo de los planetas rocosos, estabiliza el cinturón de asteroides.

2- Un Campo magnético: mucho más potente que el de la Tierra. Se extiende 7 millones de km en dirección al Sol y casi 5 UA hasta la órbita de Saturno en la dirección opuesta. Produce auroras y tiene cinturones de Radiación Van Hallen (VH).

Magnetósfera de Jípiter

3- Emite mucha Radiación que se suma a la Radiación VH:

- **Infrarroja y Microondas como resultado de su propia temperatura.**
- **La interacción de partículas cargadas, como electrones, con los gases en la atmósfera produce emisiones Ultravioletas.**
- Las interacciones entre las partículas cargadas y su campo magnético generan emisiones de **Radio**.
- **Radiación de electrones y protones** desde su magnetósfera.

AstroSomontano

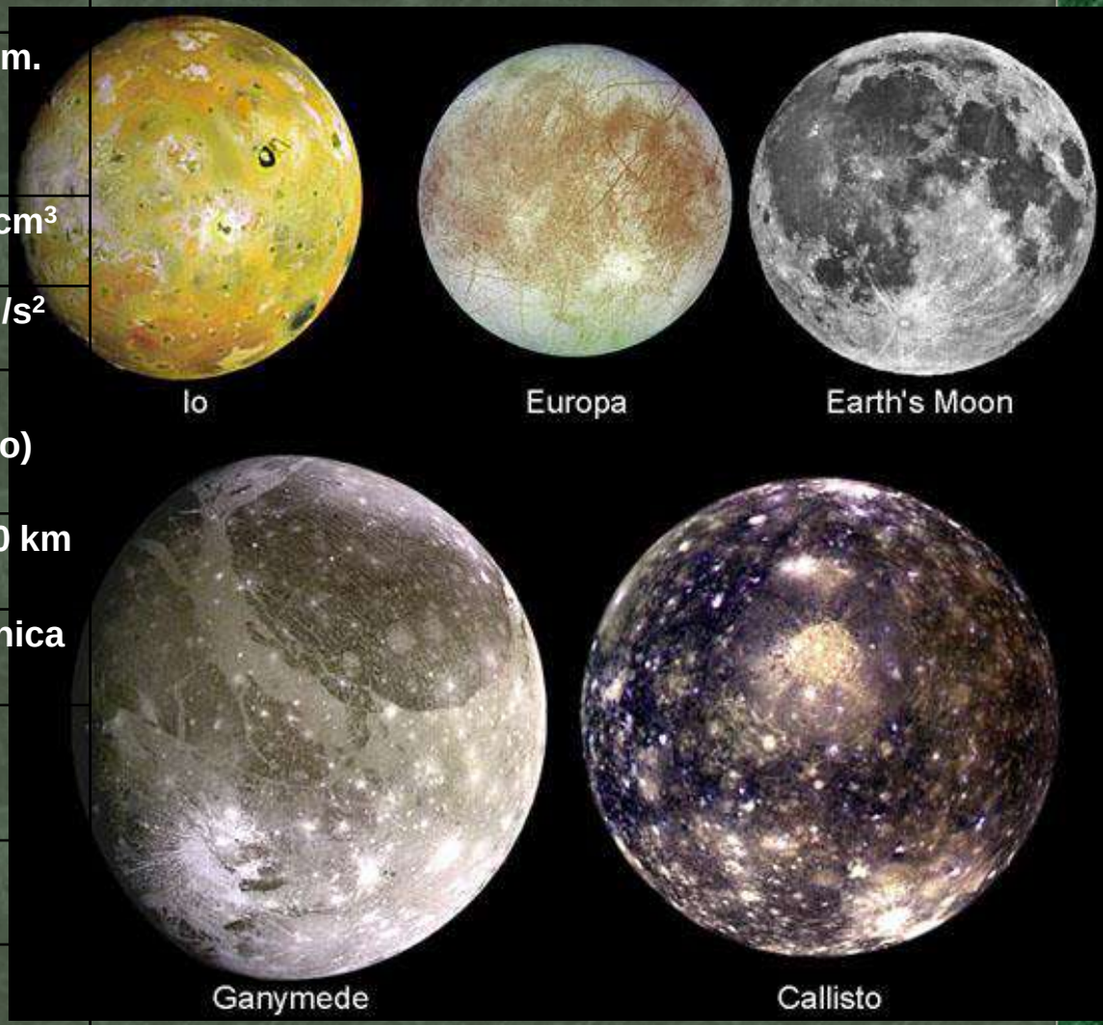
LA COMBINACIÓN DE LA
La GRAVEDAD y SUS FUERZAS DE MAREA
LA MAGNETÓSFERA
Y las MÚLTIPLES y POTENTES RADIACIONES

GENERAN EL SUFICIENTE CALOR COMO PARA CREAR ENTORNOS FAVORABLES PARA LA VIDA EN EUROPA, GANÍMEDES Y CALISTO

AstroSomontano

SATÉLITES GALILEANOS

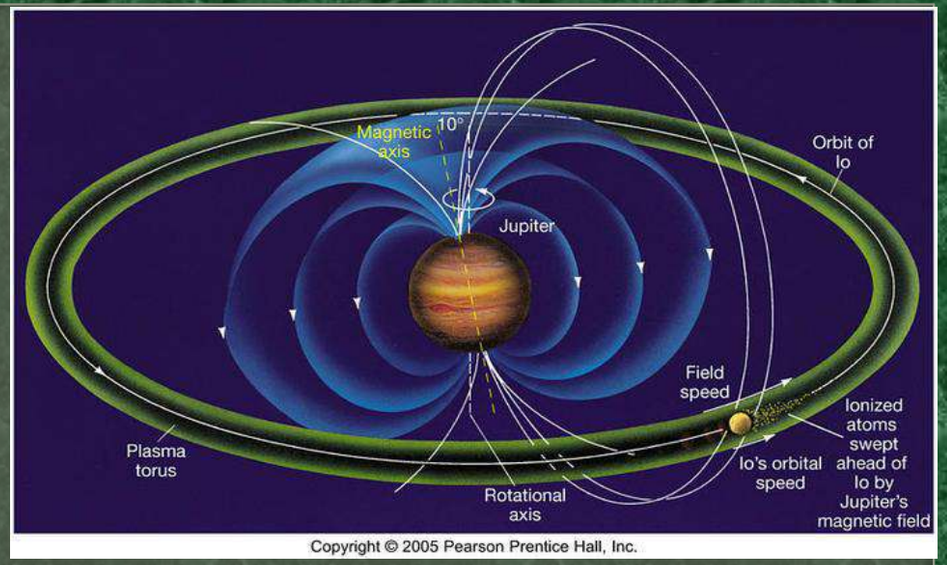
	ÍO	EUROPA	GANÍMEDES	CALISTO	LUNA
DIAMETRO	3.646 km	3.122 km	5.262 km Mercurio 4.480 Km	4.820 km	3.475 km.
DENSIDAD	3,55 g/cm^3	3,03 g/cm^3	1,936 g/cm^3	1,82 g/cm^3	3,34 g/cm^3
GRAVEDAD	1,81 m/s^2	1,31 m/s^2	1,42 m/s^2	1,23 m/s^2	1,62 m/s^2
Perio. ORBITAL	1,77 días	3,55 días	7,15 días	16 d ;16,3 h	27,32 d (sidéreo)
DISTANCIA Med	421.800 km	671.000 km	1$_1$070.400 km	1,880.000km	381.000 km
ROTACIÓN	sincrónica	sincrónica	sincrónica	sincrónica	Sincrónica
RESONANCIA	En resonancia	1:2:4	los tres	No resonancia	
TEMPERATURA	-143ºC	-185ºC	-163ºC	-140ºC	-23ºC
MAGNETÓSFE.	No	?	Sí	No/?	No.
PRESIÓN ATM.	trazas	10^{-7} Pa	trazas	$7,5\times10^{-7}$ Pa	3×10^{-10}Pa.
ATMÓSFERA	S O2	O2	Trazas de O2,	CO2, algo de O2. Ionósfera	He,Ne, H2, Ar y trazas de CO2



AstroSomontano

AstroSomontano

Ío



Es el mundo más volcánico del Sistema Solar : más de 500 volcanes contabilizados. Débil atmósfera de SO_2 que se congela en las 2 h en que Júpiter lo eclipsa. (deposición). Al sol, vuelve a sublimarse.

Es tan tenue porque su gravedad no retiene los gases que, ionizados, fluyen hasta que son atrapados por la magnetósfera joviana . Ésta forma una supercorriente eléctrica de plasma, que X2 su potencia . Tiene forma Toral y sobre ella orbita Ío.

Sufre impactos de meteoritos que son borrados por los flujos de lava (de h 1500º). Estas rocas basálticas se cubren de capas de Silicatos de S.

La fuente de energía de Ío es la *fuerza de marea* provocada por a la inmensa gravedad de Júpiter y su cercanía. Es tan grande, que la superficie del satélite sube y baja 100 m. La fricción entre las rocas produce un enorme calor capaz de derretir las capas profundas y generar el vulcanismo.

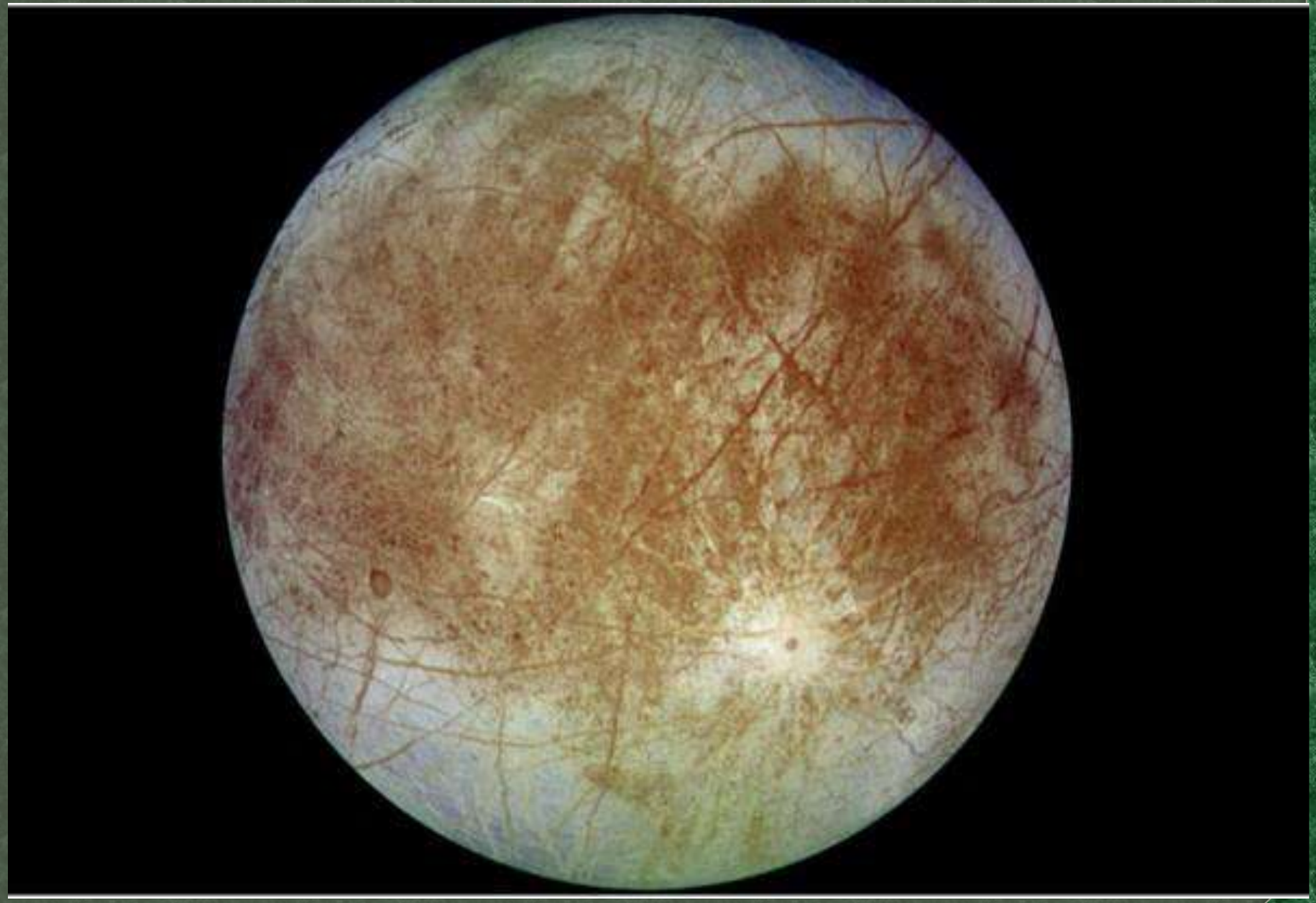
AstroSomontano

La fuerza de marea disminuye con la distancia al centro de atracción, por eso este efecto es menos importante en los satélites más alejados de Júpiter, donde la geología está dominada por los impactos de meteoritos.

Una luna muy fría pero con focos de calor volcánicos que pueden crear gradientes de temperatura potencialmente interesantes para la química y que, incluso, pudieran desarrollar moléculas prebióticas. No obstante, se considera que la falta de indicios de agua y la radiación excesiva de Júpiter son elementos negativos para la biología.

EUROPA

DIAMETRO	3.122 km
DENSIDAD	3,03 g/cm^3
GRAVEDAD	1,31 m/s^2
Perio. ORBITAL	3,55 días
DISTANCIA Med	671.000 km
ROTACIÓN	sincrónica
RESONANCIA	1:2:4
TEMPERATURA	-185ºC
MAGNETÓSFE.	?
PRESIÓN ATM.	10^{-7} Pa
ATMÓSFERA	O2



AstroSomontano

Cuenta con una tenue atmósfera de O_2 generada por la luz del Sol y por partículas cargadas que, al chocar con el hielo, producen vapor de agua. Éste se disocia en H_2 y O_2. El H_2 escapa de la débil gravedad, pero no el O_2. En el proceso se libera tanta energía como para formar las nubes de gas brillantes vistas por la sonda Cassini.

Su superficie está helada, es poco accidentada, aunque estriada por grietas y rayas rojizas. Posee un alto albeldo que parece indicar que el hielo superficial sea mayoritariamente limpio y reciente. Los cráteres son relativamente raros . Se ha sugerido que una superficie tan poco accidentada se debe a que existe una Tectónica de Placas. Pero a diferencia de nuestro planeta, las placas se mueven sobre agua y son de un hielo que ha sido fracturado por las Fuerzas de Marea de Júpiter, capaces de bambolear la superficie hasta 30 m. Tiene 10 a 30 km de espesor.

La espectrografía sugiere que las zonas rojizas son sales variadas, probablemente depositadas por el agua evaporada que emerge por GÉISERS del interior. Dichas sales, inicialmente incoloras o blancas, son enrojecidas por sulfuros (quizá provenientes de Io) o por compuestos de Fe o, incluso, de ClNa muy hidratado.

AstroSomontano

La superficie helada actúa como escudo térmico. Y éste, unido a las Fuerzas de Marea jovianas, generan un calor que permite la existencia de un océano salado de unos 100 km de espesor. Se cree que ese calor puede incrementarse por la rápida rotación de Júpiter. Cosa que primero afectaría a Ió, y éste, por resonancia, lo transferiría.

Posee un manto rocoso de silicatos dónde abundan los elementos radiactivos, que al decaer emiten energía y constituyen otra fuente de calor interno.

El núcleo no está fundido. La interacción entre el campo magnético joviano y un buen conductor, como el agua salada oceánica, originan corrientes eléctricas que influyen ligeramente en el campo magnético del planeta. Algunos interpretan esto como una débil Magnetósfera propia.

AstroSomontano

Europa es el mejor candidato para encontrar vida

Sabemos que tiene agua líquida con una elevada concentración de sales y O_2 en su océano. También se han detectado en su superficie:

- **Silicatos de Mg, que en la Tierra se asocian a la materia orgánica, y ClNa hidratado.**
- **Que están enrojecidos por acción de Sulfuros o sustancias férricas que pueden provenir de Ío y de su propio océano.**
- **y en 2023, el telescopio Hubble detectó CO_2. Éste puede ser de origen externo o propio. Si es propio, se ha propuesto:**
  - **que está disuelto en el océano o bien**
  - **que es un subproducto de la descomposición de compuestos orgánicos, como aminoácidos u otros similares.**

Por lo que se ha sugerido que puede existir vida en este océano:

- **cerca de las chimeneas volcánicas**
- **o en zonas como la del lago Vostok, en la Antártida.**

GANÍMEDES

DIAMETRO	5.262 km Mercurio 4.480Km
DENSIDAD	1,936 g/cm^3
GRAVEDAD	1,42 m/s^2
Perio. ORBITAL	7,15 días
DISTANCIA Med	1$_1$070.400 km
ROTACIÓN	sincrónica
RESONANCIA	1:2:4
TEMPERATURA	-163ºC
MAGNETÓSFE.	Sí
PRESIÓN ATM.	trazas
ATMÓSFERA	Trazas de O2,

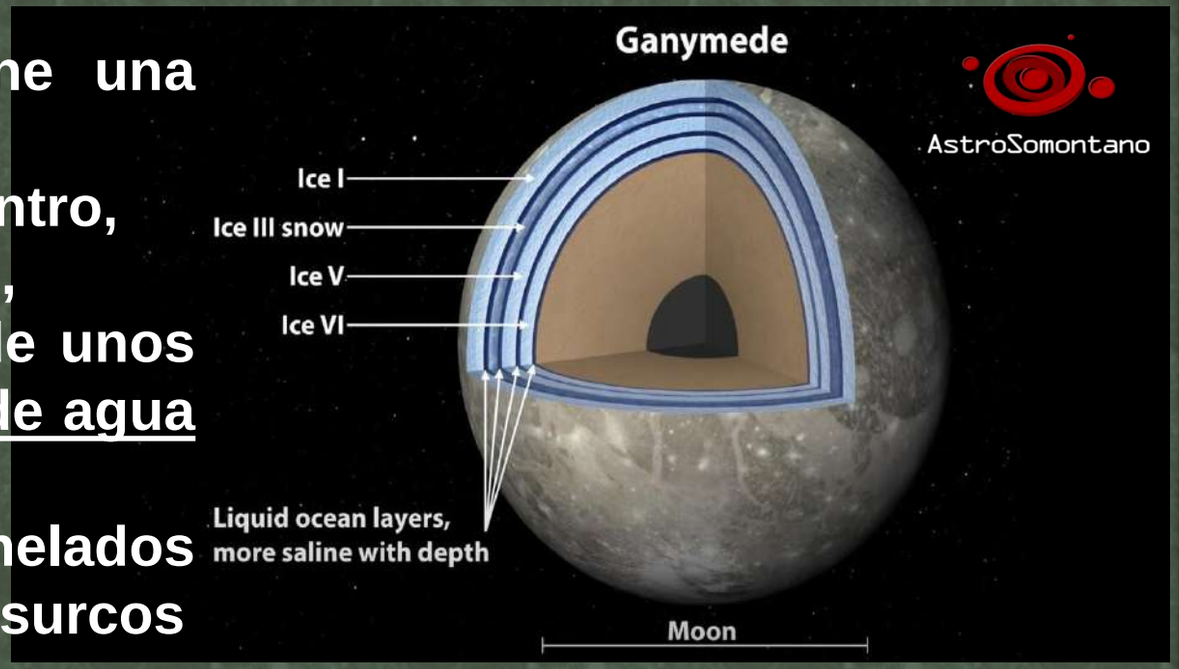
Está compuesto de silicatos y hielo. Tiene una estructura diferenciada en tres capas:

•un pequeño núcleo de Fe y quizá S en el centro,

• rodeado por un manto fangoso de Si rocoso,

•con una corteza helada, de agua y rocas, de unos 800 km, que puede contener, hasta 4 capas de agua líquida intercaladas con capas de hielo.

•La superficie es una mezcla de terrenos helados con rocas. Tiene zonas cortadas por amplios surcos



y crestas que parecen ser el resultado de actividad tectónica provocada por el calentamiento debido a las fuerzas de marea.

Tiene su propia magnetósfera. Probablemente generada, como la de la Tierra, al rotar el material conductivo en su interior.

El telescopio Hubble ha detectado una tenue atmósfera de vapor de H_2O, O_3, O atómico y molecular así como trazas de H atómico. El O se produce cuando la radiación araña el hielo superficial y lo descompone en H y O, el primero se pierde en el espacio por su baja masa atómica, la poca gravedad y escasa velocidad de escape.

El vapor de agua se ha explicado por la gran diferencia de temperatura a lo largo del día: al mediodía, cerca del ecuador, ésta puede aumentar tanto como para que el hielo sublime pequeñas cantidades de moléculas de agua.

En 2021, la sonda Juno se acercó a unos 1.000 km de su superficie y del posterior análisis de los datos obtenidos, se dedujo la existencia de **ClNa hidratado, NH_4Cl y Co_3Na_2.** Además, detectó la presencia de compuestos orgánicos como aldehídos. Se cree que estas sustancias tienen un origen interno.

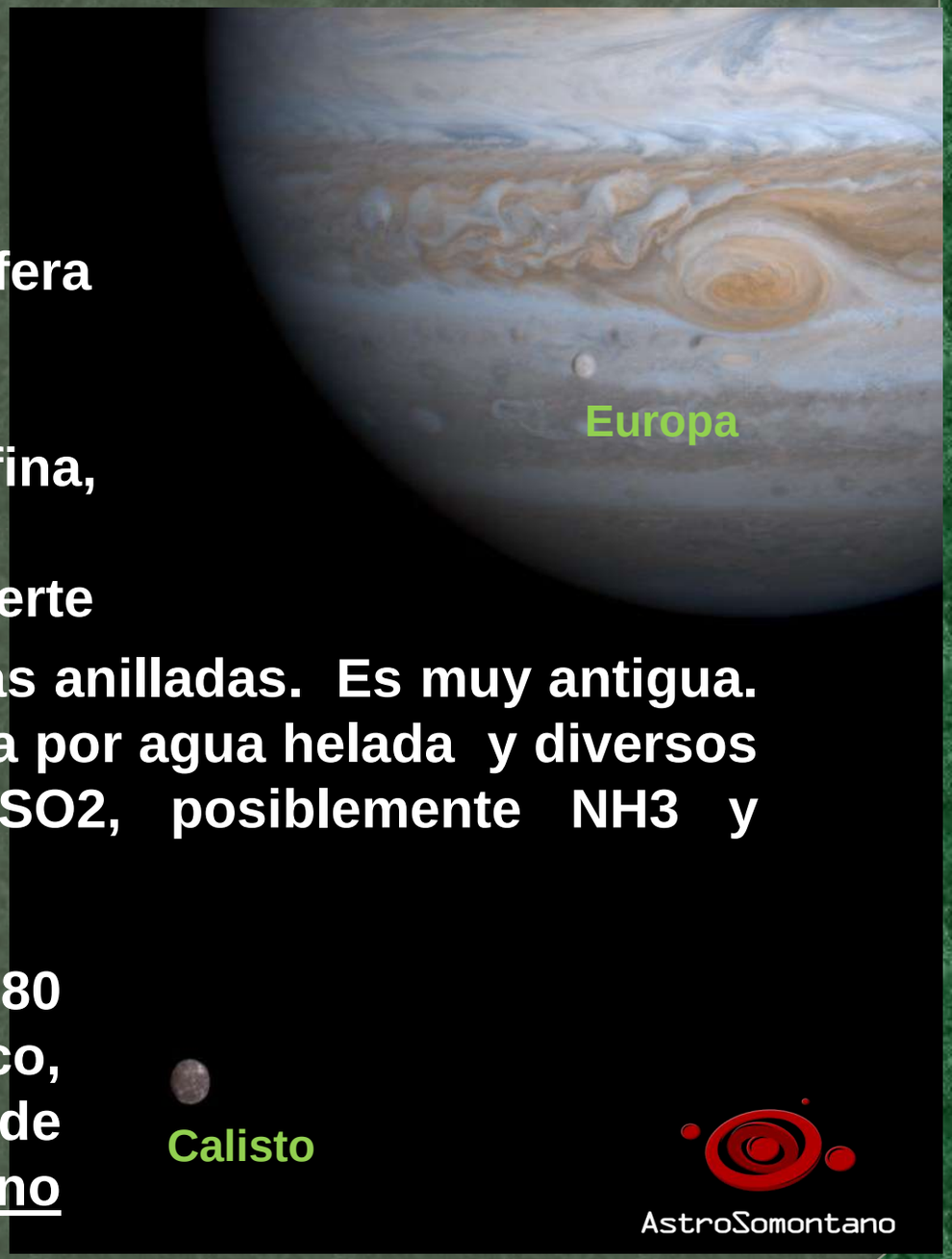
Por tanto, a pesar de sus condiciones extremas, hay astrobiólogos y astrónomos que plantean que de confirmarse la presencia de agua subterránea, que podría contener esos compuestos superficiales y quizá más, Ganímedes podría ser habitable para formas de vida microscópica.

AstroSomontano

CALISTO

DIAMETRO	4.820 km Mercurio 4.480 Km
DENSIDAD	1,82 g/cm^3
GRAVEDAD	1,23 m/s^2
Perio. ORBITAL	16 d ;16,3 h
DISTANCIA Med	1,880.000km
ROTACIÓN	sincrónica
RESONANCIA	No resonancia
TEMPERATURA	-140ºC
MAGNETÓSFE.	No/?
PRESIÓN ATM.	7,5×10^{-7} Pa
ATMÓSFERA	CO2, algo de O2. Ionósfera

1-La gran distancia a Júpiter (11880.000 km) explica:
- que no tenga resonancia orbital,
- que no haya sufrido un calentamiento apreciable por fuerzas de marea.
- que el flujo de partículas cargadas de la magnetósfera sea bajo, unas 300 veces inferior al de Europa.



2- Está rodeado por una atmósfera extremadamente fina, compuesta de CO_2 y probablemente de oxígeno molecular, además de una ionosfera relativamente fuerte

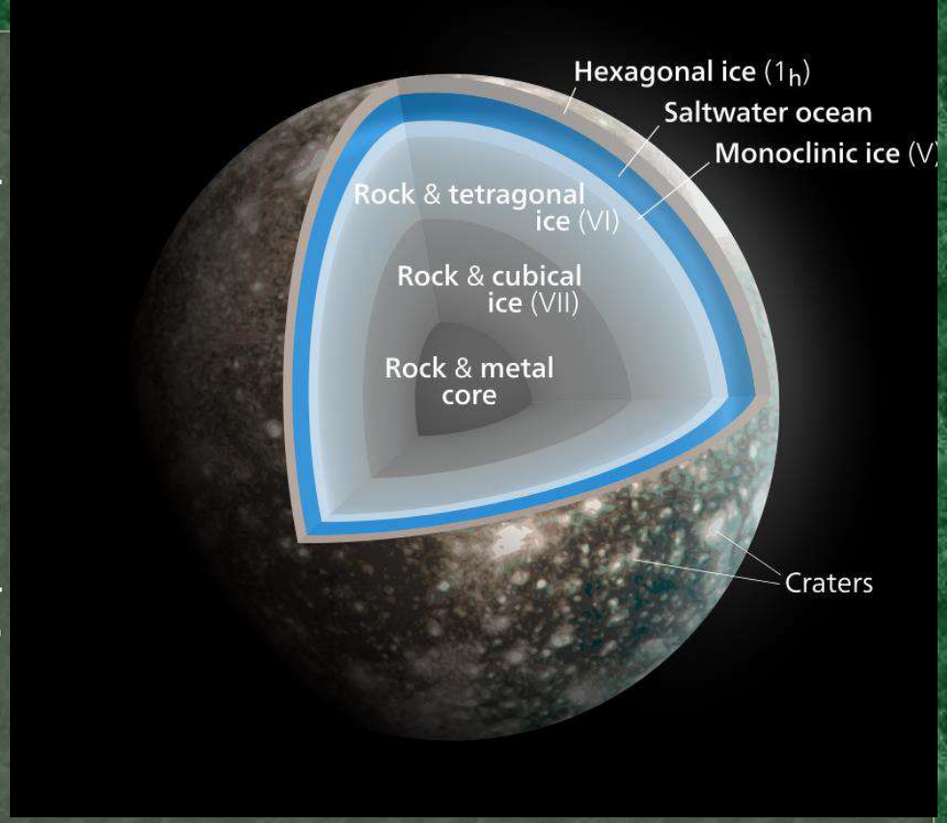
3- Su superficie está repleta de cráteres y estructuras anilladas. Es muy antigua. No hay señales de actividad tectónica . Está formada por agua helada y diversos materiales: hidrosilicatos de Fe y Mg, CO_2, SO_2, posiblemente NH_3 y diversos compuestos orgánicos.

4- Bajo la corteza, de un grosor que puede variar de 80 a 150 km, se ha encontrado un campo eléctrico, probablemente generado por la magnetósfera de Júpiter, cosa que sugiere la existencia de un océano salado de 50-200 km de grosor.

5- Bajo el supuesto océano, hay un Manto compuesto de rocas y hielos comprimidos, con la proporción de roca aumentando con la profundidad.

6- Y un pequeño <u>núcleo</u> formado por silicatos.

7- Está considerado el lugar idóneo para una base humana en una futura exploración del sistema joviano y otros planetas exteriores. Se podría utilizar la asistencia gravitatoria de Júpiter después de despegar del Calisto.



Igual que para Europa y Ganimedes, se ha sugerido la idea de que podría existir vida en el océano bajo su superficie. Pero las condiciones parecen no ser tan favorables, a causa del poco contacto del agua con materiales rocosos y al menor flujo de calor en su interior por falta de fuerzas de marea.

AstroSomontano

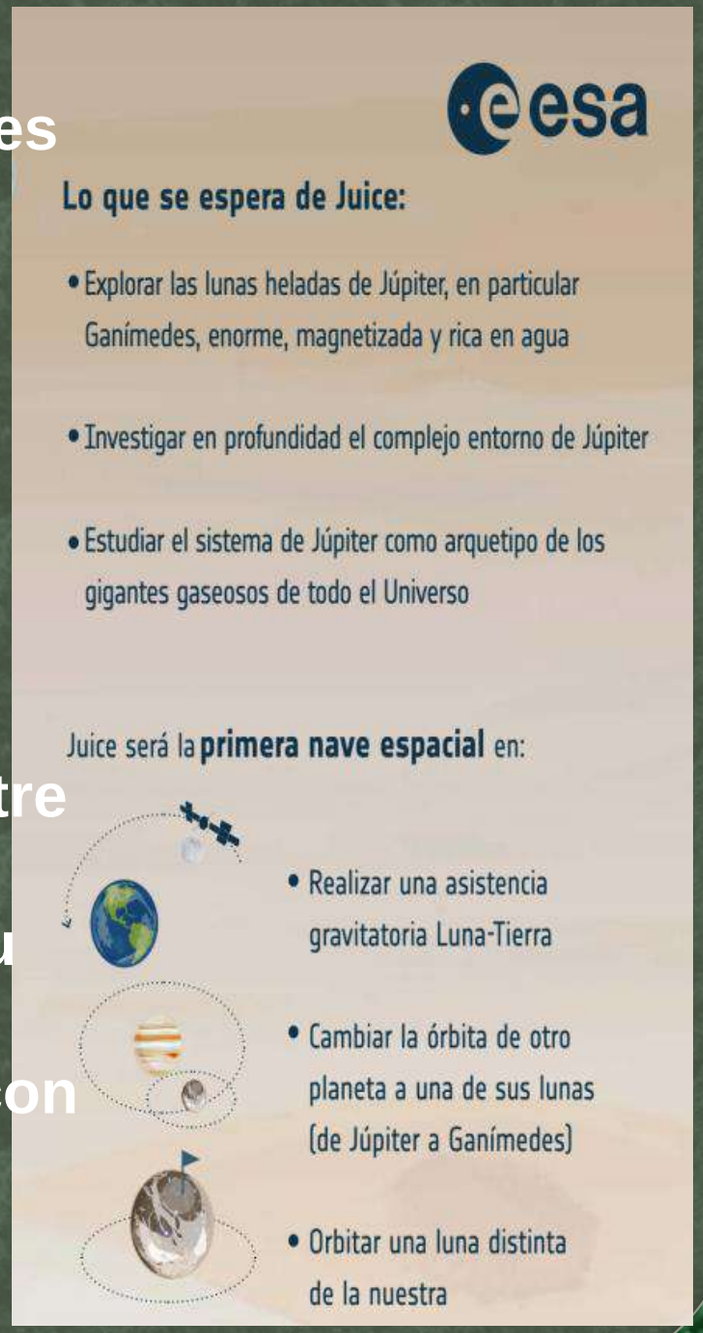
***JUICE*, de la ESA, y *EUROPA CLIPPER*, de la Nasa, son las dos próximas naves que visitarán el sistema joviano. La primera inició su viaje en abril de 2023**

Hemos señalado que ha sido visitado por las sondas *Pioneer, 10 y 11,* y *Voyager, 1 y 2,* en los años 70. En 2000, por la nave *Cassini.* La sonda *New Horizons*, en 2007. Y en exclusividad por la astronave Galileo, de 1995 a 2003, y la sonda Juno, operativa desde **2016.**

JUICE

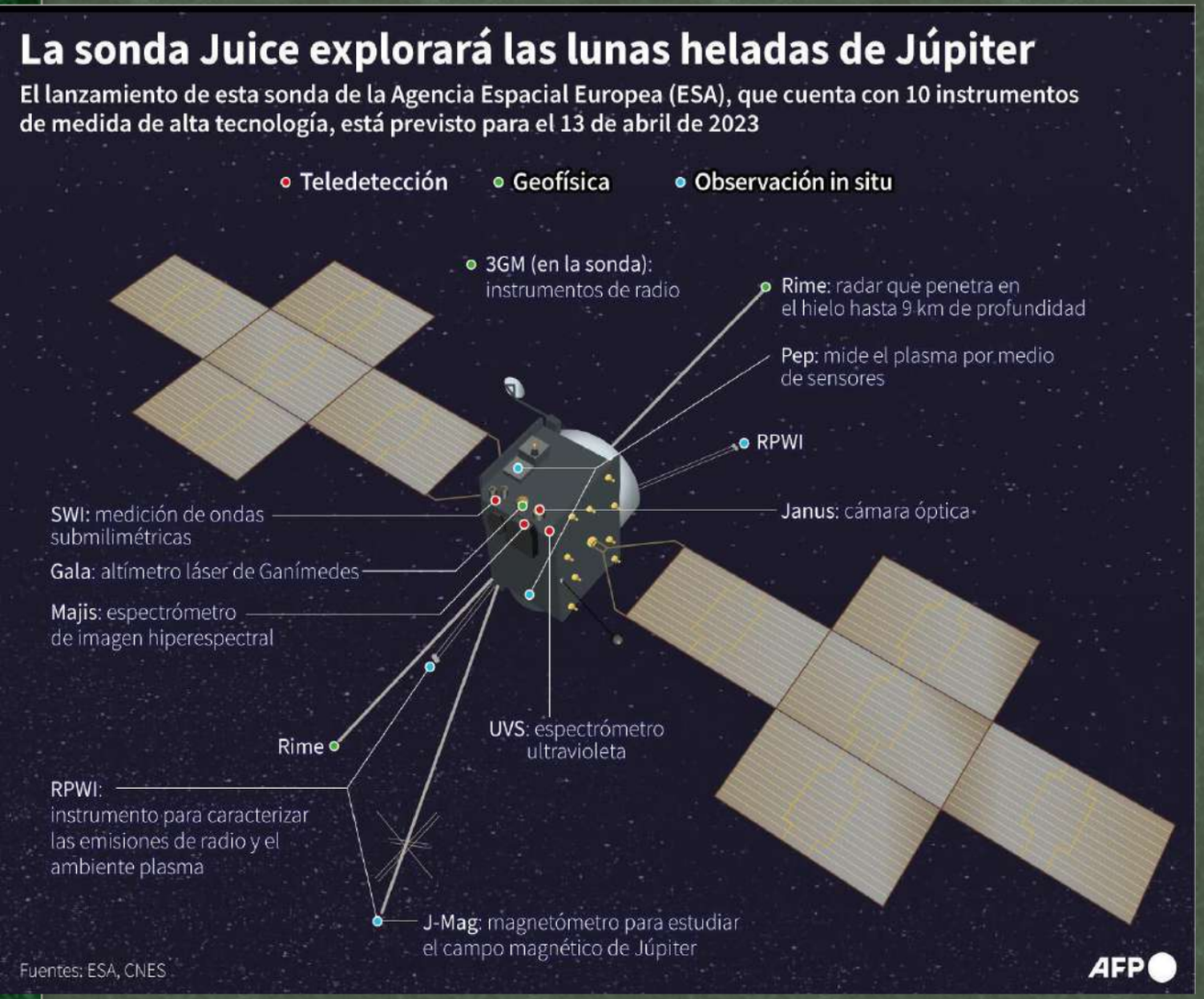
JUICE, primero, orbitará Júpiter, luego sobrevolará 2 veces Europa y 21, Calisto. Finalmente, en 2032, orbitará Ganimedes a 500 km de h durante 18 meses. Su objetivo es estudiar en los cuatro astros, principalmente en Ganímedes:

- sus atmósferas,
- sus cortezas de hielo,
- Sus estructuras internas, en particular, sus océanos subterráneos y, en Ganímedes, su posible alternancia entre capas de hielo,
- realizará mapas topográficos y de la composición de su superficie,
- y como Ganimedes es la única luna del Sistema Solar con campo magnético propio, estudiará cómo interactúa este campo y el plasma con la magnetosfera de Júpiter.



AstroSomontano

INSTRUMENTOS PRINCIPALES



1-Cámara óptica con una resolución de hasta 2,4 m.

2-Altímetro láser para analizar la topografía.

3-Espectómetros:
- **en visible e infrarrojo**
- **en ultravioleta,**
- **submilimétrico (más allá infrarrojo).**

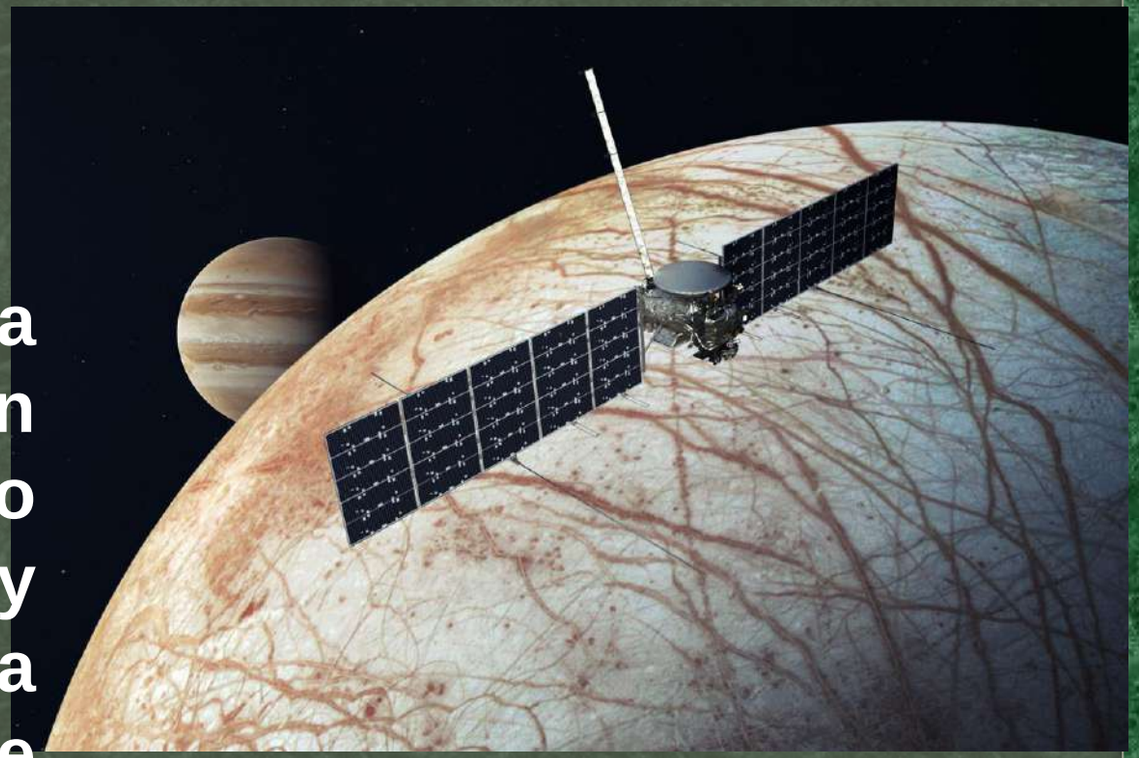
4-Radar de penetración subterránea hasta una profundidad de unos 9 km.

5-Magnetómetro.

6- Instrumentos para emisiónes radioeléctricas..

EUROPA CLIPPER

EUROPA CLIPPER **se espera que despegue a lo largo de 2024.**



Debido al fuerte impacto que en la órbita de Europa tiene la radiación emitida por Júpiter, se ha decido colocar la sonda en una órbita muy elíptica y segura alrededor del planeta y llevar a cabo decenas de sobrevuelos sobre el satélite.

OBJETIVOS GENERALES**: explorar Europa, valorar su habitabilidad y servir de ayuda en la selección de futuros sitios para alunizar.**

OBJETIVOS ESPECÍFICOS, **por su parte, son recabar información sobre:**

- La cubierta de hielo y el océano.

- La composición y distribución química de compuestos y sus relaciones con el agua.

- La topografía.

INSTRUMENTAL

Espectrómetros:

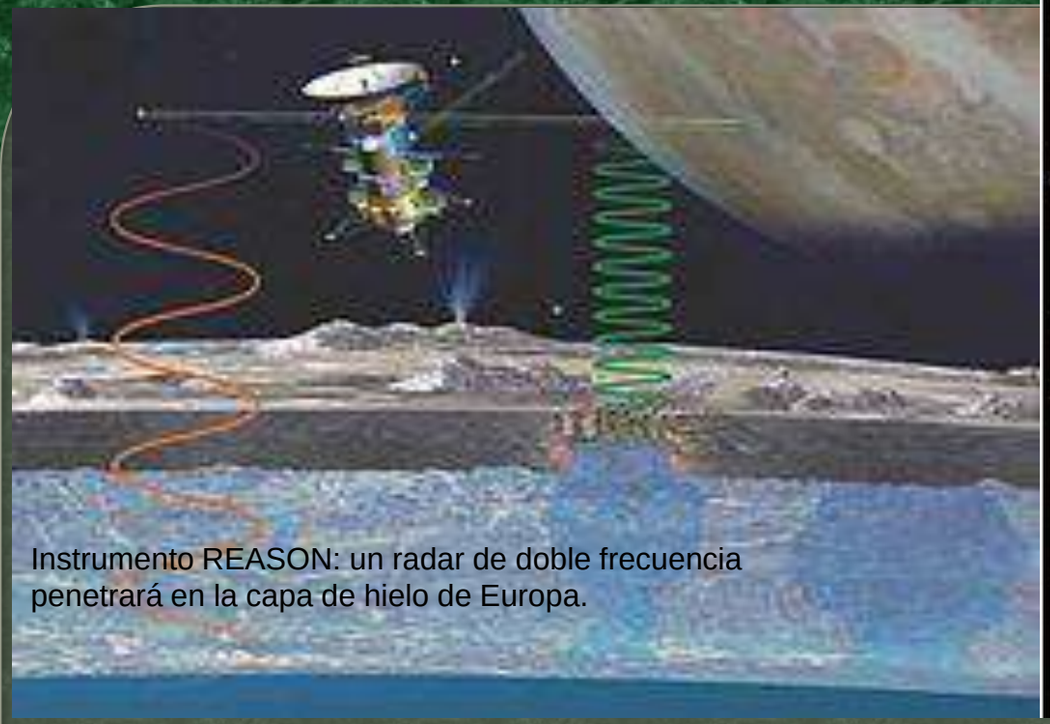
- en visible, para mapear la superficie,

- en infrarrojo,

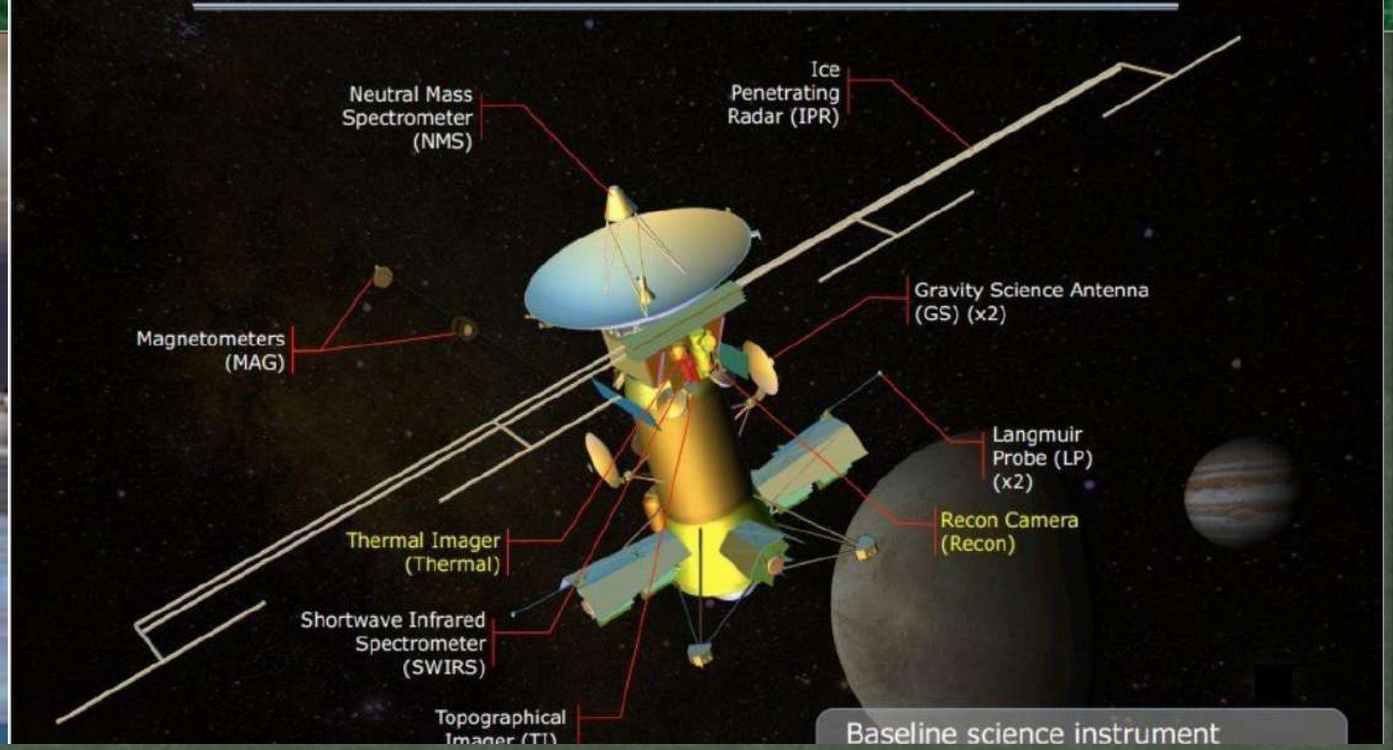
- en ultravioleta.

- otro de masas para analizar los gases atmosféricos.

- un analizador multiespectral para captar imágenes térmicas que ayuden a detectar sitios de afloramiento criogénico como las plumas o geysers.



Instrumento REASON: un radar de doble frecuencia penetrará en la capa de hielo de Europa.



Una <u>cámara fotográfica</u> con una resolución media de 50 m, pero capaz de tomar fotografías de zonas seleccionadas con una resolución de hasta 0,5 m.

Un <u>radar</u> de doble frecuencia para atravesar el hielo y relevar la forma de la corteza y sus posibles cavidades internas con agua.

<u>Dos magnetómetros</u>. Uno para medir el campo magnético y otro para determinar el espesor de la capa de hielo, la profundidad del océano, y la salinidad.